Atalanta (Dezember 2004) 35(3/4):441-447, Würzburg, ISSN 0171-0079

Lichtfallenfänge von Flechtenbären (*Eilema complana, E. lurideola*) im niederbayerischen Inntal und ihre lufthygienische Bedeutung

(Lepidoptera, Arctiidae)

von

JOSEF H. REICHHOLF

eingegangen am 20.IX.2004

Abstract: Light trap captures of Lithosiid moths on a village and in the riverine forest on the lower reaches of the river Inn in Southeastern Bavaria revealed a marked decrease of abundance since the year of 1969. Caterpillars of both species feed on lichens. Air pollution, therefore, is assumed having been the causative factor. After substantial reduction of the pollutants and the complete closing of one major emissive plant, the numbers of Lithosiid moths increased again in the 1990ies. For the exposed village site the reduction of numbers was significantly greater than in the riverine forest. Lithosiid moths, therefore, may be more useful as integrative biological indicators than the lichens alone.

Zusammenfassung: Lichtfänge ergaben einen ausgeprägten Rückgang der Häufigkeit von Flechtenbären im niederbayerischen Inntal von 1996 bis zu Beginn der 1990er Jahre. Als Ursache wird die Luftschadstoffbelastung aus zwei großindustriellen Quellen etwa 30 km südwestlich angenommen. Nach deren Stillegung bzw. starken Minderung der Emissionen stieg die Häufigkeit der Flechtenbären wieder an. Die Reaktion fiel im Auwald geringer aus als am offenen Dorfrand. Flechtenbären können hiernach als Bioindikatoren verwendet werden.

Einleitung & Fragestellung

Die Auswirkungen von Luftschadstoffen und die Dauer ihrer Nachwirkungen lassen sich häufig nicht direkt von den Meßwerten der technischen Systeme zur Luftüberwachung ableiten. Dazu sind die Vorgänge in der Natur zu komplex. Seit den 1970er Jahren werden jedoch neben den technischen Messungen auch Vorkommen, Häufigkeit und Schädigungen von Flechten berücksichtigt, da diese „Mischwesen aus Pilzen und Algen" an besonders exponierten Stellen von Bäumen, auf freien Felsen oder offenen Böden leben, (sehr) langsam wachsen und sich recht gut als Bio-Indikatoren für die „Luftgüte" eignen. Auch interessierte Laien können sich mit Hilfe der Flechten als Indikatoren über die Luftgüte orientieren (KIRSCHBAUM & WIRTH, 1997). Dennoch hängen die Schlußfolgerungen, die aus der Betrachtung der Flechten gezogen werden (können), sehr stark von Ort, Untergrund und Exposition ab, so daß insbesondere längerfristige Entwicklungen nur schwer „direkt vor Ort" festgestellt und gleichsam am Bioindikator „abgelesen" werden können.
Ähnlich wie bei Wettermessungen ergeben sich brauchbare und weiter verwertbare Durchschnittswerte erst aus einer mehr oder minder großen Zahl von Einzelfeststellungen.

Nun befinden sich aber Flechten nicht isoliert im Naturhaushalt. Von ihnen leben verschiedene andere Organismen. So sind einige Schmetterlinge, deren Raupen sich von Flechten ernäh-

ren, vergleichsweise auffällig und mit geeigneten Methoden gut erfaßbar. Eine ganze Gruppe von Bärenspinnern, die Flechtenbären der Unterfamilie Lithosiinae, hat sich auf Flechten als Raupennahrung spezialisiert. Ihr Vorkommen und ihre Häufigkeiten können etwa mit Einsatz von UV-Lichtfallen über ein größeres Gebiet „integrierend" ermittelt werden, da die Falter ans Licht fliegen. „Integrierend" deshalb, weil nicht der Zustand einer einzelnen Flechte über Vorkommen und Häufigkeit der Flechtenbären entscheidet, sondern die Vitalität der Flechten-Population eines Gebietes. Deshalb sollen hier die Befunde von Lebendfang-Lichtfallenfängen im Hinblick auf mögliche Änderungen der Luftqualität im niederbayerischen Inntal für die Spanne eines Vierteljahrhunderts betrachtet werden. Die Daten reichen (mit 2 ausgefallenen Jahren, nämlich 1970 und 1975) von 1969 bis 1995. In diese Zeit fallen Hauptbetrieb und Ende des Aluminiumwerks Ranshofen (Oberösterreich) sowie die von einer Ölraffinerie bei Burghausen (Oberbayern) ausgegangene Luftverschmutzung, speziell mit Schwefeldioxid (SO_2). Rauch und Abgase von beiden Anlagen breiteten sich bei den häufigen Westwetterlagen über das niederbayerische Inntal aus, insbesondere bei westsüdwestlichem Wind. Die Orte der Lichtfänge, Aigen am Inn und Egglfing am Inn, liegen rund 30-35 km Luftlinie von den beiden Werken entfernt, welche die einzige Quelle größerer Mengen von Luftverschmutzung industrieller Art im Umkreis von >50 km dargestellt hatten. Häufige Nebellagen, insbesondere verbunden mit der Ausbildung von Hochnebeldecken über dem Inntal in den Herbst- und Wintermonaten, dürften den Niederschlag von Rauchgasen aus diesen Emissionsquellen verstärkt haben. Die Schornsteinhöhen waren gerade so gewählt, daß der engere Umkreis nicht so stark von den Emissionen beeinflußt werden konnte. Umfangreichere Flechtenkartierungen im Gebiet, zumindest im niederbayerischen Bereich, waren im Hinblick auf diese Emissionen offenbar nicht vorgenommen oder nicht bekannt gemacht worden.
Hieraus ergibt sich die Fragestellung: Zeigen die Fangergebnisse Vorgänge an, die sich im Hinblick auf die Emissionen, ihre Minderung und schließlich ihre Beendigung interpretieren lassen?

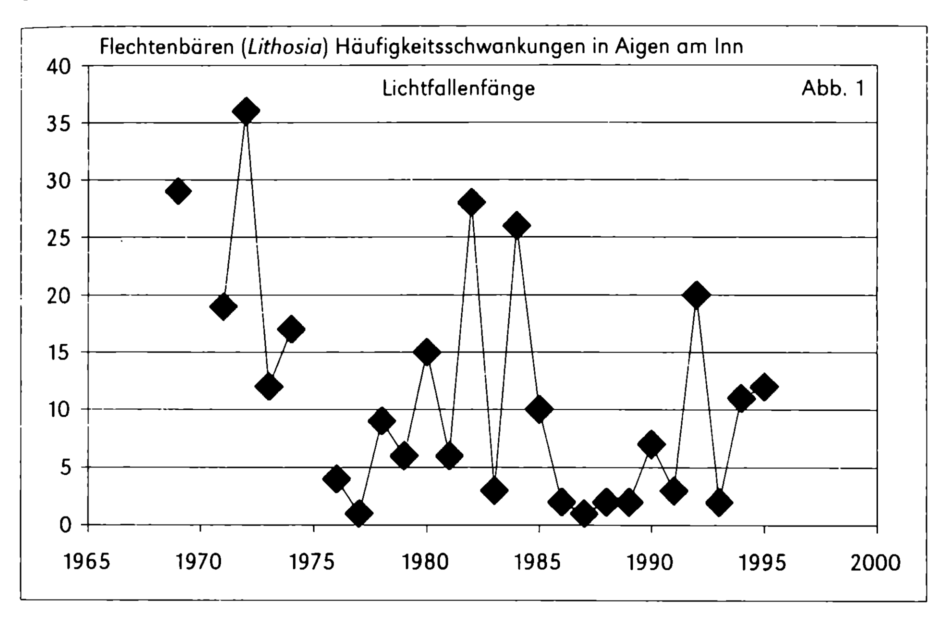
Fangstelle & Methode

Die eine Lichtfalle wurde am Südost-Rand von Aigen am Inn, die andere am Ostrand der Innwerksiedlung von Egglfing, beide Gemeinde Bad Füssing, Landkreis Passau, Niederbayern, betrieben. Normalerweise erfolgten die Fänge regelmäßig zweimal wöchentlich die ganze „Flugzeit" der nachtaktiven Insekten über, also vom (Vor)Frühling bis zum (Spät)Herbst. Da es sich um Lebend-Lichtfang handelte, wurden die in die Falle geflogenen Insekten am nächsten Morgen wieder frei gelassen. Diese Feststellung trifft für die hier ausgewertete Gruppe der Flechtenbären in vollem Umfang zu. Belegexemplare wurden davon nicht genommen. Während die Fangfrequenz bis Ende der 1980er Jahr lediglich geringfügige (von der Witterung bedingte) Änderungen beinhaltet, nahm in den 1990er Jahren die Zahl der Fangnächte auf durchschnittlich 60% der früheren Häufigkeit ab, so daß entsprechende Korrekturen bei den vergleichenden Auswertungen vonnöten sind. Das wird in den Ergebnissen berücksichtigt.
Die Methodik des Lichtfallenfanges von Insekten ist vielfach beschrieben worden und kann hier als Standard vorausgesetzt werden (Reichholf, 1984).
Kurzfristige Fluktuationen, wie sie in Beständen von Insekten häufig auftreten, werden durch die langen Datenreihen heraus gemittelt. In so gut wie allen Jahren war aber versucht worden, die „guten Fangnächte" zu nutzen.

Die Lichtfänge umfassen 283 Individuen von Flechtenbären der beiden Arten *Lithosia complana* L. (264) und *Lithosia lurideola* ZINCKEN (19) für die Fangstelle Aigen und 295 *complana* sowie 32 *lurideola* für Egglfing. Die Falter wurden nach KOCH (1984) bestimmt. Soweit es vernünftig erschien, werden beide Arten in den nachfolgenden Auswertungen zusammengefaßt bzw. getrennt betrachtet. Hinsichtlich der Biologie beider Arten von Flechtenbären läßt sich diese Vorgehensweise durchaus rechtfertigen, denn ihre Raupen leben nach KOCH (1984) von „Stein-, Baum- und Stockflechten, bzw. „Erd-, Stein- und Baumflechten" Auf ihre Flechtennahrung bezogen, können sie als „polyphag" eingestuft werden. Das verstärkt ihre Eignung als Indikator für die Häufigkeitsveränderungen von Flechten im jeweiligen Gebiet.

Ergebnisse

Abb. 1. zeigt, daß die beiden Flechtenbären zu Beginn der Erfassungen, in den Fangjahren von 1969 bis 1974, erheblich häufiger als später waren, aber ihre Abundanzen durchaus in den einzelnen Jahren stark schwankten.



In den 1970er Jahren kam ein starker Einbruch zustande, auf den in der ersten Hälfte der 1980er Jahre zwei nahe beisammenliegende Zwischenmaxima folgten. Danach gab es in der 2. Hälfte der 1980er Jahre erneut recht wenige und – trotz geringerer Fangfrequenz – Anfang der 1990er Jahre einen 4. Gipfel.
Man könnte das Auf und Ab als einen rhythmischen Vorgang deuten, der etwa im Abstand von (gut) 10 Jahren einen (mehrere) Höchstwert(e) erreicht. Doch eine unkorrigierte statistische Analyse ergibt ein anderes Bild (Abb. 2).

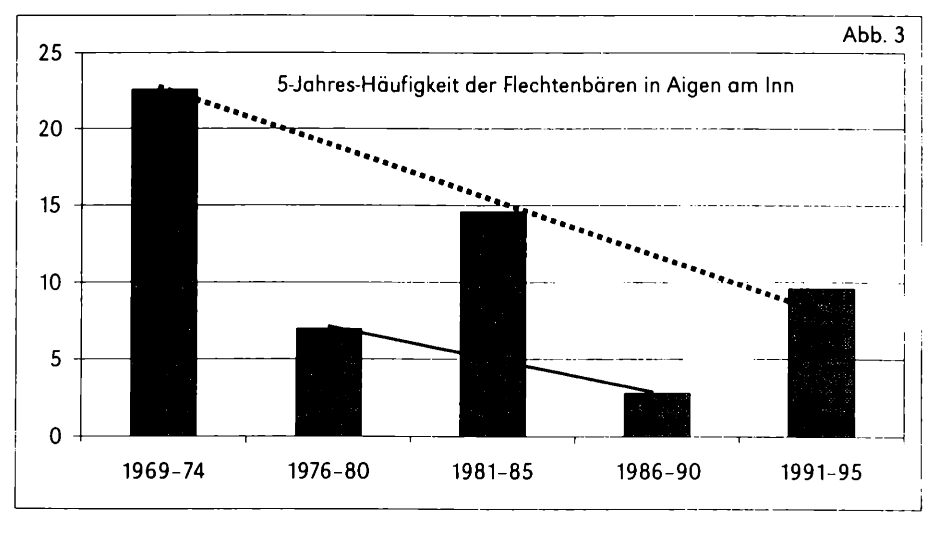
Flechtenbären (*Lithosia*) Häufigkeitsentwicklung in Aigen am Inn

Lichtfallenfänge

Abb. 2

Die lineare Trendanalyse zeigt eine klare Abnahme über alle Befunde aus den 25 Fangjahren, während eine „potentielle" Analyse eine Abnahme mit wieder aufsteigender Tendenz zeigt. Was ist nun „richtig"?

Gruppiert man die Werte zu 5-Jahres-Perioden, so wird deutlich, daß sich sowohl in den Phasen mit hohen Beständen ein klarer Rückgang abzeichnet als auch in den beiden dazwischen liegenden mit geringer Häufigkeit (Abb. 3).



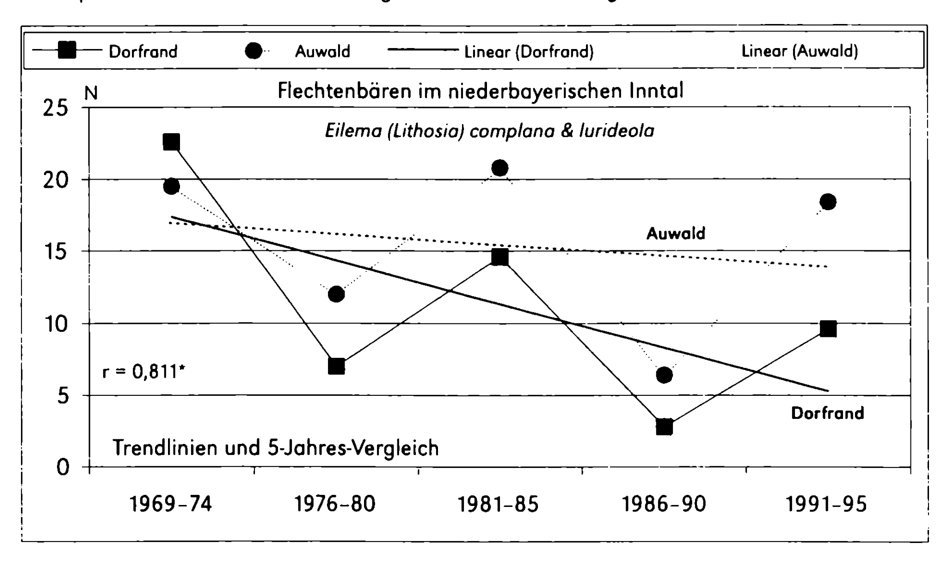
Die lineare Trendanalyse gibt das richtig wieder, obgleich zwischen den wiederkehrenden Phasen mit klar erhöhten Beständen die Tief-Werte liegen. Also haben die Flechtenbären auf jeden Fall in diesem 25 Jahren abgenommen. Das läßt den Rückschluß auf Beeinträchtigung der Flechten als Raupennahrung zu.
Doch die Korrektur auf verminderte Fangfrequenz in den 1990er Jahren verstärkt den „Aufwärtstrend", denn die Korrektur bedeutet, daß sich das Maximum fast wieder auf das frühere Niveau, um +40% nämlich, anhebt.
Diese Verbesserung steht in Einklang mit der Reduzierung der Emissionen nach der Schließung der Werke und sollte also die wirkliche Verbesserung der Luftqualität zum Ausdruck bringen; mit der entsprechenden Zeitverzögerung natürlich, wie auch zu Beginn als der Flechtenbesatz an den Bäumen noch gut gewesen war. Die Emissionen, insbesondere das Schwefeldioxid aus der Marathon-Ölraffinerie, reduzierten den Bewuchs an Flechten langsam, aber nachhaltig. Die Wiedererholung braucht gleichfalls seine Zeit. Abb. 3 drückt in diesem Sinne eine Verstärkung der Langzeit-Tendenz aus, während Abb. 2 den „Aufschwung" schon anzeigt.

Die Säule von 1991–95 darf nun korrigiert – als ziemlich genau gleich hoch wie die von 1981–85 gelten. Die seither auch direkt zu beobachtende Zunahme vor allem gelber *Xanthoria*-Flechten etwa am frei stehenden Buschwerk an den Inn-Dämmen drückt in diesem Zusammenhang augenfällig die in Gang gekommene Flechtenzunahme aus, auch wenn diese nicht gerade „qualitativ hochwertige" Arten im Hinblick auf saubere Luft repräsentieren. Die Wiedererholung der Flechten ist jedenfalls in Gang gekommen.
Die Häufigkeit der Flechtenbären bringt diese Entwicklung zum Ausdruck.

Doch was bedeuten die starken Schwankungen und die Maxima in den etwa zehnjährigen Abständen? Warum verliefen die Veränderungen nicht mehr oder weniger gleichmäßig (im Rahmen von statistischen Schwankungen)?
Eine Erklärung bietet sich an, denn die Jahre mit erhöhten Vorkommen von Flechtenbären fallen genau in die Zeit sehr warmer und dementsprechend auch niederschlagsarmer Jahre, wie sie Anfang der 1970er, der 1980er und 1990er aufgetreten sind (SCHÖNWIESE, 1995). In diesen Jahren gab es im Sommer häufiger Ostwind als bei typischen „Westwetterlagen" und geringere Mengen an Niederschlägen (der anhaltenden Schönwetterphasen wegen). Beides zusammen vermindert die Immission von Luftschadstoffen auf die Flechten und dabei vielleicht auch deren Direktwirkung auf die Raupen der Flechtenbären. Es kann kein Zufall sein, daß ihre Häufigkeit in solchen Sommer so klar erhöht ausfiel, während die kühleren und feuchteren Perioden entsprechend starke bis sehr starke Rückgänge mit sich brachten. Falls diese Annahme zutrifft, eignen sie sich nicht nur in mittelfristigen Zeitskalen als Indikatoren für die Luftqualität, sondern auch kurzfristig für den Verlauf weniger Jahre. Voraussetzung hierfür wären jedoch quantitative Lichtfallenfänge und nicht nur solche, bei denen die „interessanten Arten" herausgegriffen werden. Denn was interessant ist, das stellt sich häufig erst (viel) später heraus.

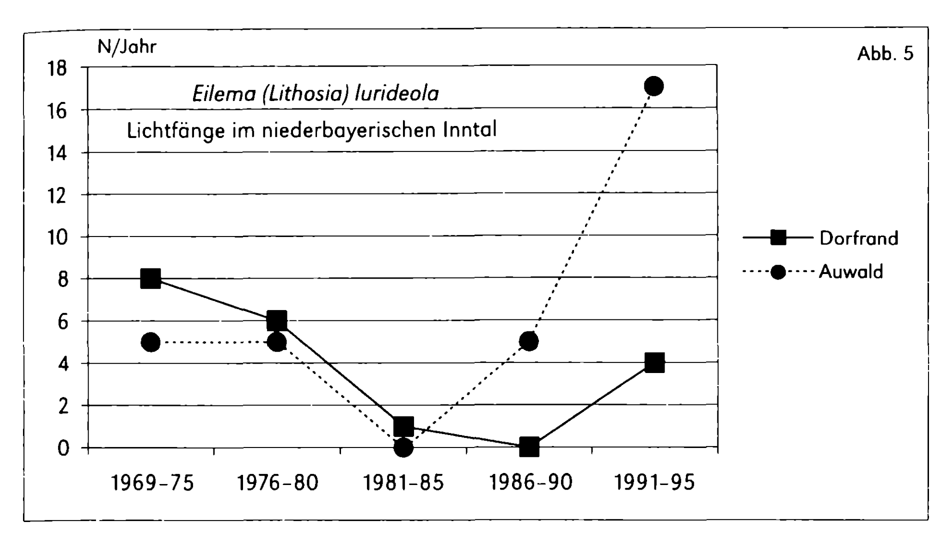
Nun bietet aber die zweite Lichtfalle am Rand des Auwaldes in der Egglfinger Innwerksiedlung die Möglichkeit zur kritischen Überprüfung der dargelegten Befunde und der Schlußfolgerungen. Sie befand sich Luftlinie 5 km entfernt und ihre Fangwirkung richtete sich hauptsächlich auf den Auwald. Der dortige Lichtfang wurde 1974 begonnen und synchron mit der Fangstelle in Aigen betrieben. Damit sind die Daten auch direkt vergleichbar.

Abb. 4 zeigt das Ergebnis der dortigen Lichtfallenfänge im direkten quantitativen Vergleich mit den entsprechenden 5-Jahres-Werten von Aigen.
Die Korrelation beider Entwicklungen ist auf dem 5%-Niveau der Irrtumswahrscheinlichkeit gesichert. Doch die Trendlinien verlaufen unterschiedlich steil (abnehmend): Die Vorkommen im Auwald hielten sich besser als jene im Dorfrandbereich und sie kehrten Mitte der 1990er Jahre praktisch wieder auf das Häufigkeitsniveau von Anfang der 1970er Jahre zurück.



Demnach betraf der Rückgang der Flechtenbären den Auwald weniger stark als das Dorf und seine „freie Randlage“ Ein derartiger Unterschied ist durchaus plausibel und auch zu erwarten. Daher könnte der direkt artbezogene Vergleich noch aufschlussreicher sein. Abb. 5 zeigt die raschere Wiedererholung der Vorkommen im Auwald für den „Gelben Flechtenbären“

Die Entwicklung bei der stärker auf Baumflechten angewiesenen Art *Eilema lurideola* verlief zunächst recht ähnlich in beiden Fanggebieten, doch während am Dorfrand die Besserung erst in der ersten Hälfte der 1990er Jahre einsetzte, begann sie im besser filternden und verteilenden Auwald schon Ende der 1980er Jahre.
An beiden Fangstellen war *E. complana* jeweils die weitaus häufigere Art. 7% machte *E. lurideola* im Gesamtergebnis der Fangstelle Aigen aus, knapp 10% im „Auwald-Fang“ von Egglfing. Diese Befunde decken sich mit den allgemeinen Häufigkeitsverhältnissen beider Arten in Baden-Württemberg (Ebert, 1994). Auch dies rechtfertigt den direkten Vergleich und stützt die Schlußfolgerungen.
Die lufthygienischen Verhältnisse verbesserten sich im niederbayerischen Inntal in den 1990er Jahren nachhaltig mit der Reduzierung der Emissionen aus den Werken von Ranshofen und Burghausen. Aus der integrierenden Reaktion der Flechtenbären geht diese Verbesserung deutlicher hervor als aus den Flechtenvorkommen selbst. Sie eignen sich als Bioindikatoren (Wittig, 1991).



Das gilt offenbar auch für Luftbelastungen aus unspezifischen Emissionsquellen, wie in der Großstadt. So ergaben die mit derselben Technik durchgeführten Lichtfallenfänge von 1981 bis 1984 im westlichen Stadtgebiet von München (Nymphenburg) lediglich ein einziges Exemplar eines Flechtenbären, während von 2001 bis 2004 (Obermenzing) insgesamt 17 Exemplare in 3 Arten gefangen werden konnten. In der gleichen Weise stieg in diesem Bereich Münchens die Häufigkeit von Schwanzmeisen (*Aegithalos caudatus*) wieder an, die ihre Nester mit Flechten verkleiden (Reichholf, 2003).

Literatur

Ebert, W. (Hrsg.) (1994): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Bd. **5**. - Ulmer, Stuttgart.
Kirschbaum, U. & V. Wirth (1997): Flechten erkennen. Luftgüte bestimmen. - Ulmer, Stuttgart.
Koch, M. (1984): Wir bestimmen Schmetterlinge. - Neumann-Neudamm, Radebeul.
Reichholf, J. H. (1984): Schmetterlinge beobachten. - BLV, München.
Reichholf, J. H. (2003): Schwanzmeisen im westlichen Stadtgebiet von München. - Orn. Mitt. **55**: 315-319.
Schönwiese, C. (1995): Klimaänderungen. - Daten, Analysen, Prognosen. - Springer, Berlin.
Wittig, R. (1991): Ökologie der Großstadtflora. - Fischer, Stuttgart (UTB).

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Josef H. Reichholf
Zoologische Staatssammlung
Münchhausenstr. 21
D-81247 München